

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002105527 A**(43) Date of publication of application: **10.04.02**

(51) Int. Cl.

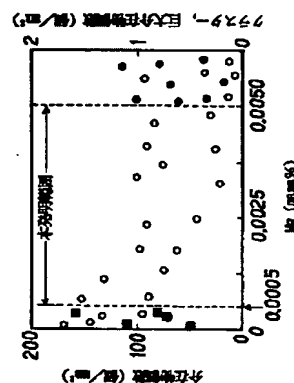
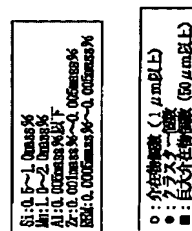
**C21C 7/06****C21C 5/28****C21C 5/52****C21C 7/00****C21C 7/04****C21C 7/10****// C22C 38/00****C22C 38/14**(21) Application number: **2000291984**(22) Date of filing: **26.09.00**(71) Applicant: **KAWASAKI STEEL CORP**(72) Inventor: **IIJIMA HIROMASA****(54) METHOD FOR PRODUCING HIGH CLEANLINESS STEEL**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for producing high cleanliness steel having little defect caused by inclusion by restraining the development of alumina cluster and fining the inclusion.

**SOLUTION:** Molten steel containing 0.50-1.00 mass% Si and 1.0-2.0 mass% Mn is produced by refining molten iron and successively, performing a complex deoxidizing treatment by adding Mg, Al, Zr and REM to produce the molten steel containing 0.0005-0.0050 mass% Mg, 20.005 mass% Al, 0.001-0.005 mass% Zr, 0.0005-0.005 mass% REM.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-105527

(P2002-105527A)

(43)公開日 平成14年4月10日(2002.4.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)	
C 2 1 C	7/06	C 2 1 C	7/06	4 K 0 0 2
	5/28		5/28	Z 4 K 0 1 3
	5/52		5/52	4 K 0 1 4
	7/00		7/00	A
	7/04		7/04	B
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願2000-291984(P2000-291984)

(22)出願日 平成12年9月26日(2000.9.26)

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 飯嶋 寛昌

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74)代理人 100099531

弁理士 小林 英一

Fターム(参考) 4K002 AA02 AB04

4K013 AA07 AA09 BA08 CE01 EA18

EA19 EA24 EA26

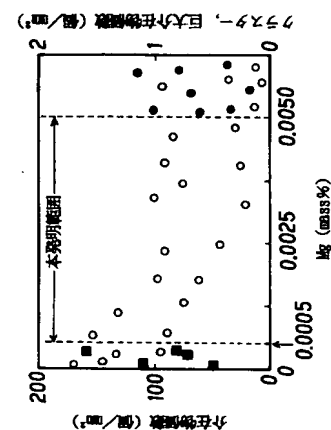
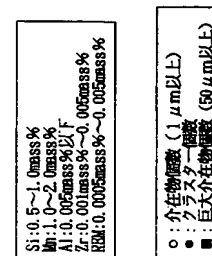
4K014 CA03 CC00

(54)【発明の名称】 高纯净度鋼の製造方法

(57)【要約】

【課題】 アルミナクラスターの生成を抑制し、かつ介在物を微細化し、介在物に起因する欠陥の少ない高纯净度鋼の製造方法を提供する。

【解決手段】 溶銑を精錬して、Siを0.50～1.00質量％、Mnを1.0～2.0質量％含有する溶鋼を溶製し、次いでMg、Al、ZrおよびREMを添加して複合脱酸処理を行い、Mgを0.0005～0.0050質量％、Alを0.005質量％以下、Zrを0.001～0.005質量％、REMを0.0005～0.005質量％を含有する溶鋼を溶製する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 溶銑を精錬して、

Si：0.50～1.00質量%、

Mn：1.0～2.0 質量%、

を含有する溶鋼を溶製し、次いでMg、Al、Zrおよび希土類元素を添加して複合脱酸処理を行ない、

Mg：0.0005～0.0050質量%、

Al：0.005質量%以下、

Zr：0.001～0.005 質量%、

希土類元素：0.0005～0.005 質量%を含有する溶鋼を溶製することを特徴とする高纯净度鋼の製造方法。 10

【請求項2】 前記希土類元素が、La、Ce、Pr、NdおよびYのうちの1種または2種以上であることを特徴とする請求項1に記載の高纯净度鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、巨大介在物やクラスター状介在物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、かつ介在物を微細化して分散し、介在物に起因する欠陥の少ない製品を得るための高纯净度鋼の製造方法に関する。 20

## 【0002】

【従来の技術】一般に、鋼を製造する場合、高炉で溶製された溶銑を転炉で脱炭精錬した後、取鍋内に出鋼し、Alで脱酸して溶鋼中の酸素を酸化物として除去し、さらに成分調整を行ってから連続铸造して鋳片を得ている。さらに、Alで脱酸する際、ガス攪拌やRH脱ガス装置を用いて酸化物を凝集・合体させ、酸化物の浮上を促進する方策が採られているが、鋳片には不可避免的に酸化物すなわちアルミナが残留する。

【0003】このアルミナは互いに凝集・合体してクラスターを形成しやすく、特にそのクラスターが鋳片の表面層部に捕捉された場合、美麗さを要求される自動車用鋼板などの薄鋼板製品の表面性状が損なわれる。したがって、この種の鋼板においてアルミナクラスターの発生を防止することは極めて重要である。これまでアルミナクラスターの生成を防止するための鋼の脱酸手段としては、例えば、特公昭63-41671号公報には、溶鋼中のCa濃度が0.001質量%以上になるようにCaを添加してAlとの複合脱酸とし、生成する酸化物が $Al_2O_3 - CaO$ や $TiO_2 - CaO$ 等の低融点組成物に形態を変更する方法が提案されている。

【0004】しかしながら、この方法では、Ca合金としてCaSi、CaAl、FeCaを用い、溶鋼中のCa濃度を0.001質量%以上になるように添加するが、Caの蒸気圧が高いために、その歩留りが低いばかりでなく、Ca濃度が安定せず、しかも溶鋼の飛散やヒュームが発生して作業を妨げる。また、溶鋼中のCa濃度が0.001質量%以上になると、冷延鋼板に錆が発生しやすくなるという問題もある。

【0005】また、Alとの複合脱酸法による酸化物の形態変更方法として、特公昭57-7216号公報には、Caを用いずに、Al：15～89.5 mol%，Ti：10～80 mol%，およびY、Ceまたはミッシュメタルの1種または2種以上の金属を0.5～5 mol%含有する合金を添加する方法である。しかしながら、この方法を採用すると、デンドライト状の酸化物系介在物の生成を防止したり巨大なクラスター状介在物の発生防止には効果が認められるが、自動車用冷延鋼板で問題となるような直径100  $\mu m$ 程度のクラスター状介在物の低減は不十分である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のような問題を解決し、アルミナクラスターの生成を抑制し、かつ介在物を微細化して分散し、介在物に起因する欠陥の少ない高纯净度鋼の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、溶銑を精錬して、Si：0.50～1.00質量%、Mn：1.0～2.0 質量%、を含有する溶鋼を溶製し、次いでMg、Al、Zrおよび希土類元素を添加して複合脱酸処理を行ない、Mg：0.0005～0.0050質量%、Al：0.005質量%以下、Zr：0.001～0.005 質量%、希土類元素：0.0005～0.005 質量%を含有する溶鋼を溶製する高纯净度鋼の製造方法である。 20

【0008】前記した発明においては、好適態様として、希土類元素が、La、Ce、Pr、NdおよびYのうちの1種または2種以上であることが好ましい。

## 【0009】

【発明の実施の形態】鋳片の材質を向上させる方法として微細な介在物を鋼材内に分散させて、これを変態あるいは析出物の核として利用する技術がある。この場合、介在物は微小であることが必須であり、粒径0.5～5  $\mu m$ 程度であることが望ましい。特に粒径10  $\mu m$ 以上の大きな介在物の生成は、鋳片の材質、特に割れ感受性に悪影響を与える。さらに、クラスター状介在物は粒径50  $\mu m$ 以上に巨大化し、鋼板の表面品質やバーリング特性に悪影響を及ぼす。そのため粒径50  $\mu m$ 以上の巨大なクラスター状介在物を生成させずに、介在物を可能な限り低減し、全体として微細な介在物を多数分散させる必要がある。 30

【0010】脱酸過程で生成した酸化物等の介在物は、凝固までの時間内に介在物同士が衝突すると、高融点であるため球状化しにくく、塊状生成物となり、凝集してクラスターを生成する。そのためクラスター生成の抑制方法として、介在物の融点を下げ、溶鋼段階で介在物自身が溶融していることが必要である。この方法として、以下に説明する脱酸元素を添加することにより介在物の低融点化を図り、介在物のクラスター化を抑制する。

【0011】以下に本発明におけるSi、Mn、Mg、Al、Zrおよび希土類元素（以下、REMという）の含有量の限 50

定理由を説明する。

**Si : 0.50~1.00質量%**

Siは、脱酸のために必要な元素であるが、その含有量が1.00質量%を超えると靱性の低下を招く。一方、Siの含有量が0.50質量%未満では脱酸不足となり、鋼中の酸素濃度が上がり清浄度が悪化する。したがってSiの含有量を0.50~1.00質量%の範囲内に限定した。

**【0012】Mn : 1.0~2.0 質量%**

Mnは、脱酸および靱性改善のために必要な元素であり、靱性改善の効果はMn/C比が大きいくほど良い。しかしながらMnの含有量が2.0質量%を超えると、強度が大きくなりすぎて靱性の低下を招く。一方、Mnの含有量が1.0質量%未満では靱性改善の効果が得られない。したがってMnの含有量を1.0~2.0 質量%の範囲内に限定した。

**【0013】Mg : 0.0005~0.0050質量%**

Mgは、本発明の重要な構成要素である。Mg系酸化物はアルミナクラスターの生成を防止し、微細化して分散させる効果がある。Mgの含有量が0.0005質量%未満では、脱酸剤の添加にともなう介在物の生成が少なく、巨大介在物が生成する。一方、Mgの含有量が0.0005質量%を超えると、介在物中のMg酸化物の濃度が高くなり、介在物の融点が増加する。そのため介在物はクラスター化し、微細な介在物が減少する。したがってMgの含有量を0.0005~0.0050質量%の範囲内に限定した。なおMgの含有量（質量%）と介在物あるいはクラスターの個数との関係は図1に示す通りである。

**【0014】Al : 0.005 質量%以下**

Alは、強脱酸元素であるため、少量でもSiO<sub>2</sub>やMnOを還元し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成する。Alの含有量が高くなると介在物中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度が高くなり、介在物の融点が増加する。そのため介在物はクラスター化し、微細な介在物は減少する。したがってAlの含有量は少ないほど良く、許容上限値は0.005 質量%とした。なおAlの含有量（質量%）と介在物あるいはクラスターの個数との関係は図2に示す通りである。

**【0015】Zr : 0.001~0.005 質量%**

Zrは、介在物をクラスター化せず微細な球状にし、かつ均一に分散させる効果がある。Zrの含有量が0.001質量%未満では、脱酸剤の添加にともなう介在物の生成が少なく、巨大介在物が生成する。一方、Zrの含有量が0.005質量%を超えると、介在物中のZr酸化物の濃度が高くなり、介在物の融点が増加する。そのため介在物はクラスター化し、微細な介在物が減少する。したがってZrの

含有量を0.001~0.005 質量%の範囲内に限定した。なおZrの含有量（質量%）と介在物あるいはクラスターの個数との関係は図3に示す通りである。

**【0016】REM : 0.0005~0.005 質量%**

REMは、Zrと同様に、介在物をクラスター化せず微細な球状にし、かつ均一に分散させる効果がある。REMの含有量が0.0005質量%未満では、脱酸剤の添加にともなうREM酸化物の生成が少なく、巨大介在物が生成する。一方、REMの含有量が0.005 質量%を超えると、介在物中のREM酸化物の濃度が高くなり、介在物の融点が増加する。そのため介在物はクラスター化し、微細な介在物が減少する。したがってREMの含有量を0.0005~0.005 質量%の範囲内に限定した。なおREMの含有量（質量%）と介在物あるいはクラスターの個数との関係は図4に示す通りである。

**【0017】**なお本発明においては、REMは1種の元素を用いても良いし、2種以上の元素を用いても良い。REMとして1種の元素を用いる場合は、その元素が0.0005~0.005 質量%含有されるように溶鋼を溶製し、REMとして2種以上の元素を用いる場合は、それらの元素が合計0.0005~0.005 質量%含有されるように溶鋼を溶製する。

**【0018】**またREMとして、La, Ce, Pr, NdおよびYのうちの1種または2種以上を用いると、介在物を微細な球状にして均一に分散させる効果が顕著に現われる。したがって本発明においては、REMとして、La, Ce, Pr, NdおよびYのうちの1種または2種以上を用いるのが好ましい。

**【0019】**

**【実施例】（実施例1）**容量30kgの高周波溶解炉を用いて、Ar雰囲気中のMgO坩堝でSi : 0.50~1.00質量%, Mn : 1.0~2.0 質量%の成分範囲の溶鋼を30kg溶製した後、1580℃の温度に保持した。この溶鋼中にMgを添加し、さらに約1分後にAl, ZrおよびREM (La-Ce合金)の脱酸元素を添加して複合脱酸処理を行なった後、鑄造して鋼塊を得た。

**【0020】**このようにして得られた鋼塊を切断加工し、光学顕微鏡で粒径1 μm以上の介在物の分布を調査した。各試料の化学組成、脱酸元素の添加量および最大介在物の粒径を表1に示す。

**【0021】**

**【表1】**

	化学成分 (mass%)							脱酸元素添加量 (g/kg-metal)				最大介在物 粒径 ( $\mu\text{m}$ )
	C	Si	Mn	Mg	Al	Zr	REM	Mg	Al	Zr	REM	
発明例 1	0.05	0.55	1.30	0.0050	0.0015	0.0010	0.0005	0.50	0.02	0.02	0.01	5
発明例 2	0.09	0.75	1.57	0.0043	0.0023	0.0045	0.0008	0.43	0.03	0.09	0.02	8
発明例 3	0.10	0.50	1.11	0.0039	0.0008	0.0050	0.0012	0.39	0.01	0.10	0.03	6
発明例 4	0.17	0.78	1.75	0.0041	0.0030	0.0025	0.0016	0.41	0.04	0.05	0.04	7
発明例 5	0.08	0.67	1.42	0.0005	0.0045	0.0035	0.0024	0.05	0.06	0.07	0.06	2
発明例 6	0.20	1.00	2.00	0.0035	0.0038	0.0015	0.0052	0.35	0.05	0.03	0.13	3
発明例 7	0.15	0.69	1.52	0.0009	0.0045	0.0040	0.0028	0.09	0.06	0.08	0.07	4
発明例 8	0.13	0.52	1.75	0.0032	0.0030	0.0030	0.0036	0.32	0.04	0.06	0.09	6
発明例 9	0.11	0.94	1.37	0.0025	0.0030	0.0035	0.0044	0.25	0.04	0.07	0.11	9
発明例 10	0.06	0.82	1.65	0.0012	0.0045	0.0025	0.0032	0.12	0.06	0.05	0.08	5
比較例 1	0.05	0.55	1.35	0.0025	—	—	0.0040	0.25	—	—	0.10	55
比較例 2	0.06	0.70	1.32	0.0037	0.0045	—	—	0.37	0.06	—	—	57
比較例 3	0.07	0.75	1.35	0.0035	0.0045	0.0040	—	0.35	0.06	0.08	—	62
比較例 4	0.11	0.82	1.70	0.0028	—	0.0035	—	0.28	—	0.07	—	52
比較例 5	0.14	0.71	1.51	0.0009	—	0.0030	0.0040	0.09	—	0.06	0.10	59
比較例 6	0.06	0.61	1.20	—	0.0030	—	0.0044	—	0.04	—	0.11	68
比較例 7	0.04	0.63	1.25	—	0.0030	0.0025	—	—	0.04	0.05	—	71
比較例 8	0.07	0.89	1.93	—	0.0023	0.0030	0.0020	—	0.03	0.06	0.05	54
比較例 9	0.05	0.50	1.12	—	—	0.0015	0.0008	—	—	0.03	0.02	61
比較例 10	0.03	0.91	1.20	0.0004	0.0060	0.0005	0.0060	0.04	0.08	0.01	0.15	63

【0022】発明例1～10は、溶鋼にMg, Al, ZrおよびREM (La-Ce合金)を添加して複合脱酸処理を行なった例である。一方、比較例1～9は、溶鋼にMg, Al, ZrおよびREMの一部のみを添加し、本発明の複合脱酸処理を行なわなかった例である。比較例10は、溶鋼にMg, Al, ZrおよびREMを添加して複合脱酸処理を行なったものの、Mg, Al, ZrおよびREMの含有量が本発明の範囲を外れた例である。

【0023】発明例1～10では最大介在物の粒径が2～9 $\mu\text{m}$ であるのに対して、比較例1～10では最大介在物の粒径が52～71 $\mu\text{m}$ であった。

(実施例2) 280tonの上底吹き転炉でC:0.03質量%、Si:0.50質量%、Mn:1.0質量%を含有する溶鋼をRH脱ガス装置を用いて環流し、脱炭処理後に金属Mgを0.1kg/t添加して脱酸処理を行なった。5分間の環流で溶鋼中のフリー酸素は300ppmから100ppmに低下した。その後、この溶鋼にAlを0.05kg/t, Zrを0.9kg/t, REMを0.075kg/t添加して10分間環流した。その結果、タンディッシュでの溶鋼中のトータル酸素量は50ppmであり、Mg, Al, Zr, REMの含有量は、それぞれMg:0.001質量%、Al:0.004質量%、Zr:0.045質量%、REM:0.003質量%であった。なおMg, Al, Zr, REMの添加量(kg/t)は、溶鋼1tあたりの添加量(kg)を指す。

【0024】このようにして得られた溶鋼を、タンディッシュを介して260×1600mmの連続铸造鑄型に注入し、

1.5m/分の铸造速度で铸造して鑄片を得た。この鑄片を加熱し、さらに熱間圧延および冷間圧延を施して、厚さ0.8mmの冷延鋼板として、表面欠陥不良率を調査した。その結果、従来の単独Al添加で脱酸したキルド鋼から製造した冷延鋼板の表面欠陥不良率が0.8%であったのに対して、本発明で得られた溶鋼から製造した冷延鋼板の表面欠陥不良率は0%であった。

30 【0025】このように本発明に基づいて製造された冷延鋼板は、アルミナクラスターが認められず、表面性状が極めて優れており、介在物に起因する表面欠陥は皆無であった。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明によると、巨大介在物やクラスター状介在物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、介在物に起因する欠陥の発生を防止することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

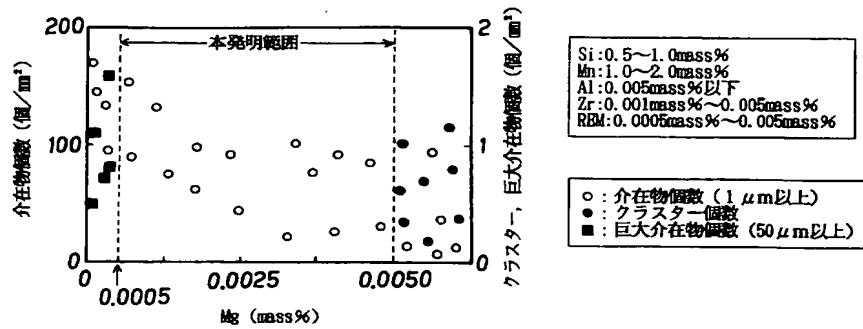
40 【図1】Mgの含有量と介在物の個数あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

【図2】Alの含有量と介在物の個数あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

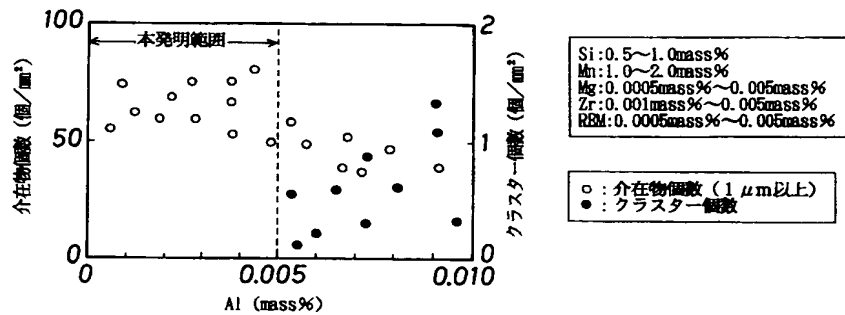
【図3】Zrの含有量と介在物の個数あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

【図4】REMの含有量と介在物の個数あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

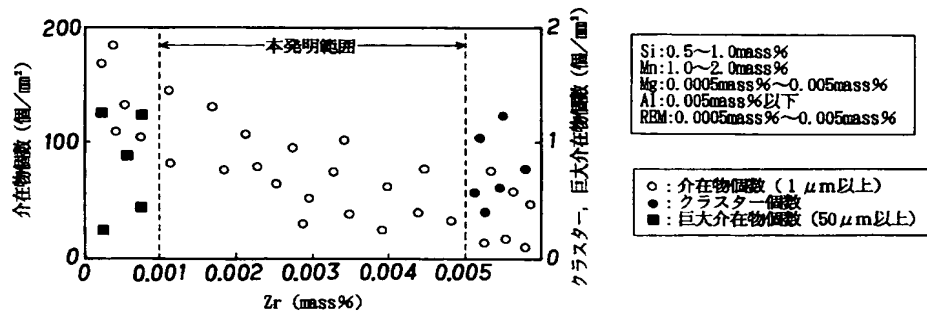
【図1】



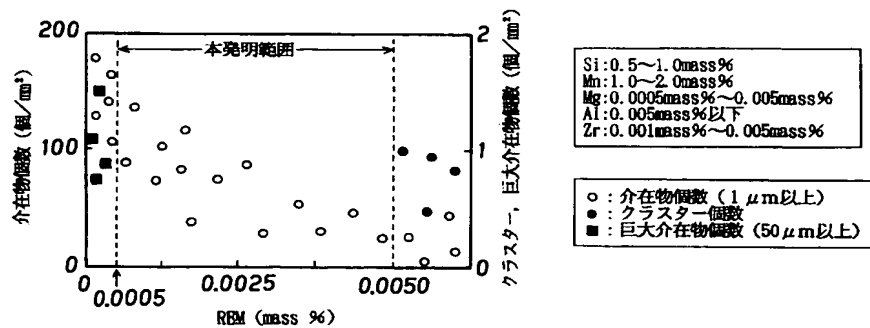
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード(参考)

C 2 1 C 7/04

C 2 1 C 7/04

D

7/10

7/10

A

// C 2 2 C 38/00

3 0 1

C 2 2 C 38/00

3 0 1 Z

38/14

38/14